Adansonia, sér. 2, **7** (3) 1967.

SUR UN MODE DE RÉDUCTION DU NOMBRE DES CONVERGENTS DANS LA PLANTULE DE *CUCUMIS MELO* L.

par

Michèle Lescot

Duchaigne (**16**), dans son article sur « le liber inclus ou xylème interxylémien chez les *Cucumis* L. », signale que les germinations de Melon présentent fréquemment une racine triarche (50 % environ) alors que leur hypocotyle est tétrarche; il n'en fournit cependant pas les caractères anatomiques. Il est évident que cela est dû au phénomène de réduction du nombre des convergents, phénomène assez rare pour l'ensemble des espèces végétales et qui toucherait ainsi particulièrement l'espèce *Cucumis Melo* L.

Nous nous proposons, dans l'étude qui va suivre, de déterminer les modalités de cette réduction chez les plantules de Melon lesquelles n'ont encore fait l'objet d'aucunes recherches anatomiques approfondies en ce domaine.

*
* *

Historique. — C'est dans l'hypocotyle que l'on peut le plus généralement suivre *le passage de la structure dite « racine » à la structure dite « tige »*. Selon une théorie périmée, l'organisation fondamentale de l'appareil conducteur des Phanérogames consisterait, en effet, en une alternance des faisceaux criblés et vasculaires dans la racine et en leur superposition dans la tige. De cette conclusion, est née la théorie du raccord cherchant à « raccorder » l'une à l'autre ces deux dispositions. Or ce « raccord » peut s'effectuer tout au long d'une zone de transition, le *collet anatomique*, défini par R. Gérard (**22**) comme « une région plus ou moins étendue dans laquelle l'axe présente des états transitoires entre les structures types de la racine et de la tige. Le changement d'épiderme n'est qu'une des phases de ce passage ». Mais il peut aussi être brutal; en ce sens, le collet anatomique est très court.

G. Chauveaud a établi qu'il existe à cet égard, trois types de plantes; il a en outre démontré que ces trois types structuraux sont déterminés par la suppression plus ou moins rapide, dans le temps et dans l'espace,

des trachéides des phases alternes et intermédiaires; les vaisseaux ont, en effet, une tendance marquée à apparaître d'emblée au stade superposé à mesure que l'on s'éloigne de la pointe de la racine. G. CHAUVEAUD considère que ce comportement traduit un des trois aspects d'un phénomène général qu'il définit comme étant « une accélération basifuge ». De toute façon il existe dans chaque plante un niveau où les trachéides les plus primitives caractéristiques de la « structure racine » cessent de se différencier. C'est *le sommet du collet anatomique*, où, apparemment, on « passe » d'une disposition à l'autre et, définitivement, à une structure « tige ».

a) le plus souvent, ce sommet se situe à des niveaux variables tout au long des hypocotyles;

b) cependant, chez certaines plantules, la phase alterne peut se retrouver au sommet de l'hypocotyle et même jusque dans les cotylédons : ce phénomène a été montré par G. CHAUVEAUD pour la première fois dans les cotylédons d'Oignon (**10**) en 1901, de Pin maritime (**11**) en 1902, et de Lamier blanc (**12**) ainsi que dans quelques autres Labiées, en 1904. Ces faits, nouveaux alors, présentaient à ses yeux une importance toute particulière car ils confirmaient ses théories. Non seulement, la tige hypocotylée mais la feuille (cotylédon = feuille primitive) pouvaient présenter la structure jusque-là attribuée en propre à la racine.

c) à l'opposé, il est des cas extrêmes dans lesquels la suppression des phases alternes se réalise au-dessous du collet morphologique, dans la région supérieure de la racine, comme chez *Cucurbita*, *Ricinus*, *Acer*, décrits par S. RIVIÈRE (**26**).

On distingue ainsi, suivant ces trois cas, des plantules dont le développement est faiblement, moyennement ou très accéléré.

Enfin signalons la particularité que présente l'*Helianthus* où la disposition superposée apparaît dans la racine pour les convergents intercotylédonaires et dans les cotylédons pour les convergents médians.

Notre travail consiste en l'étude de l'ontogénie de l'appareil conducteur d'une plantule de Melon, *Cucumis Melo* L. (Cucurbitacées). Nous savons déjà que cette espèce est caractérisée par une forte accélération de développement. Elle appartient donc à un type de plantule où il est toujours délicat de cerner les étapes initiales de l'évolution vasculaire.

Nous avons pu récolter un assez grand nombre de germinations présentant cette réduction de 4 à 3 du nombre des convergents. Et cherchant à établir l'ontogénie et l'évolution de l'appareil conducteur à partir de germinations d'âges différents (comme DUCHAIGNE l'a proposé pour la Courge) nous avons choisi trois plantules subissant cette réduction. Nous nous trouvons donc contrainte de diviser ce travail en deux parties :

— la première partie traitera du phénomène de la réduction du nombre des convergents chez le Melon et nous obligera, pour ce faire, à suivre le phénomène dans le sens où il a lieu, c'est-à-dire de haut en bas dans la plantule;

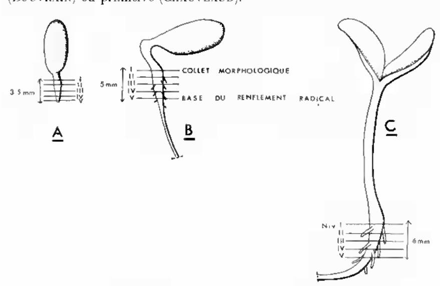
— la seconde partie concernera l'évolution de la structure dans le temps et dans l'espace de trois plantules d'âges croissants.

*
* *

1. RÉDUCTION DU NOMBRE DES CONVERGENTS

Dès 1858 NAEGELI (**24**) définit les modes de réduction du nombre des convergents qui se ramènent à deux : « ou bien un faisceau vasculaire s'éteint et les faisceaux voisins de cambiforme se réunissent ensemble, ou bien un faisceau de cambiforme disparaît et les deux groupes vasculaires voisins se fondent en un seul ».

TRONCHET (**27**) a montré le rôle que joue l'accélération basifuge dans cette extinction des convergents. De son côté M. FOURCROY (**20**) reprend avec beaucoup de précision l'étude du phénomène chez les Gymnospermes. En fait, bien des espèces peuvent présenter cette réduction qui apparaît finalement comme une fusion de faisceaux conducteurs au cours de leur différenciation basipète, caractère absolument général, qui justifie leur nom de « convergents » que ceux-ci affectent leur forme évoluée (BOUVRAIN) ou primitive (CHAUVEAUD).



Pl. 1. — Plantules de **Cucumis Melo L.** : **A**, après 2 jours de germination; **B**, 4 jours; **C**, 6 jours.

La plantule de Melon ne constitue pas un matériel favorable à cette étude : la réduction que nous devons suivre se réalise effectivement dans la radicule, dans la partie supérieure de celle-ci, mais les convergents s'y trouvent sous leur forme évoluée. Au-dessous du collet,

la racine, même très jeune, est tétrarche et présente la *structure dite tige*. Nous avons donc retenu parmi les trois plantules intervenant dans la deuxième partie, celle qui était la plus simple à décrire, la plantule B, dont la figure 1 B, donne la morphologie. Elle a quatre jours de germination; sa radicule mesure 2 cm, son hypocotyle environ 0,4 cm. Les radicelles sont à peine apparentes et la limite morphologique de la racine et de l'hypocotyle est marquée, comme on le sait, par une excroissance particulière, le *talon*.

Comme le souligne Gérard (22) dans les plantules volumineuses (Haricot, Ricin, Courge, Melon) il se produit souvent dans la partie supérieure de la racine, laquelle reste grêle, une dilatation qui est le siège de phénoménes accélérés.

A. La réduction des convergents affecte la radicule

a) Généralités.

Deux directions s'offrent à tous les ontogénistes dans la conduite de leur travail : ou bien ils observent les coupes s'étageant de la pointe de la radicule jusqu'à la base des cotylédons, ou bien ils commencent à l'apex et descendent vers la pointe radiculaire.

Dans le premier cas, on suit plus aisément le développement de l'appareil conducteur et l'influence progressive de l'accélération basifuge. Cependant, nous avons opté pour la deuxième méthode qui permet à l'observateur de rencontrer, dans le sens où ils se produisent, les apports fournis par les différentes parties : cotylédons, gemmule et feuilles épicotylées éventuellement.

b) Désignation des faisceaux.

Avant d'aborder la description des faisceaux, nous devons préciser que nous respectons la terminologie établie par les auteurs, qui nous ont précédée, notamment A. Tronchet, G. Bouvrain, M. Fourcroy, A. Duchaigne.

1° Nous plaçons donc : *à gauche* : le premier des deux cotylédons que nous appelons A, celui qui s'insère le plus bas; *à droite* : le deuxième cotylédon, B, celui qui s'insère le plus haut.

2° Le système cribro-vasculaire fondamental d'une plantule pouvant comprendre deux catégories de faisceaux conducteurs, nous appelons : A et B, les deux convergents médians cotylédonaires; C et D les deux convergents intercotylédonaires, s'ils existent.

3° Pour chaque cotylédon, nous désignerons : la nervure médiane par M; les nervures latérales proximales par L_1; les nervures latérales distales par L_2.

c) Étude anatomique.

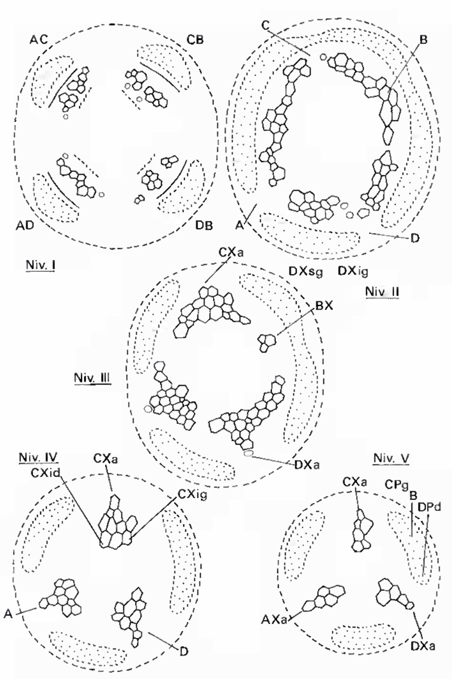
Seule la radicule nous intéresse et nous décrirons des coupes pratiquées à cinq niveaux qui sont déterminés par leur distance au collet

morphologique, souligné ici, par la présence du talon. Nous utiliserons pour la désignation des niveaux le numéro qu'ils porteront aussi dans la seconde partie en anatomie comparée.

La figure I (Pl. 2) correspond à une coupe située à 1 mm au-dessous du collet morphologique, sous le talon qui caractérise ces germinations. Quatre faisceaux cribro-vasculaires réalisent pleinement une « structure tige ». Ils permettent de situer les deux plans de symétrie fondamentaux; suivant la tradition nous plaçons horizontalement le plan cotylédonaire. *Ainsi donc, quoique dans la racine, nous passons au-dessus du collet anatomique.* Des résorptions touchent les plus anciens des vaisseaux superposés primaires. Rien ne nous permet de hiérarchiser sûrement entre eux les quatre convergents.

Figure II (Pl. 2). L'extension inégale des massifs de phloème (tissu qui se localise davantage) marque un déséquilibre évident entre les quatre faisceaux constituants. Un seul d'entre-eux est indépendant; les trois autres dessinent un arc continu mais aminci en deux points qui permettent de les désigner, les isolant, topographiquement. Corrélativement le xylème est presque continu, délimitant la moelle. La structure est « moins vieille » qu'au niveau précédent et des trachéides, en position intermédiaire sinon alterne, se reconnaissent notamment par leur résorption et leur faible calibre. C'est ainsi que nous nous risquons à désigner les convergents D et C par l'emplacement des trachéides altérées, à l'extrémité d'un diamètre qui marque ainsi le plan intercotylédonaire. C'est l'amincissement du phloème qui situe B, sans qu'on puisse cependant parler de sa phase alterne, pendant que la bande parenchymateuse qui sépare les xylèmes et les phloèmes situe A en un secteur diamétralement opposé. Ainsi se dessine le second plan de symétrie, plan cotylédonaire qui n'est pas perpendiculaire au premier. Ceci atteste qu'un phénomène est venu troubler le retour à la constitution des quatre convergents sous leur forme primitive. D'une part, la structure, nous l'avons dit plus haut, est « moins vieille », nous rencontrons la *racine* vers la base du collet anatomique de ses quatre convergents (plus ou moins près suivant le cas), autrement dit l'accélération basifuge intense qui touchait la racine au niveau I, au point de lui conférer une structure tige, va s'atténuant quand on descend, ce qui est normal; d'autre part, la topographie des éléments criblés et vasculaires ne traduit pas une symétrie axiale équilibrée, les « ailes » des convergents ne sont pas comparables entre elles. Un autre phénomène a superposé ses efforts perturbateurs aux conséquences normales du phénomène précédent. Et ce niveau II ne peut nous apporter d'autres renseignements.

Insensiblement plus bas, figure III (Pl. 2), la structure est bien modifiée. Étant donné l'extrême rapidité du développement dans l'espèce considérée, et par le fait que nous nous trouvons vers la partie supérieure de la racine en plein collet anatomique, nous constatons la présence d'éléments conducteurs en position intermédiaire et alterne, généralement bien différenciés, quelques-uns en résorption. Par le phloème, la racine devient ternaire avec la prédominance encore plus nette d'un

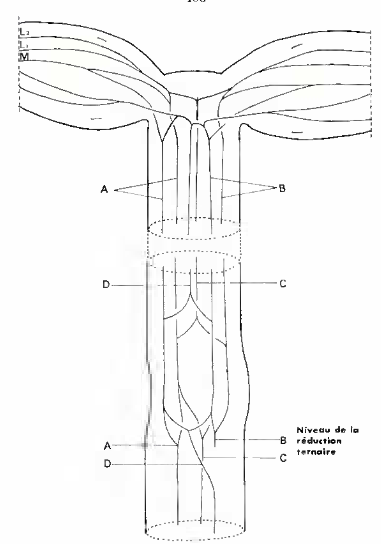


Pl. 2. — Plantule **B** : coupes transversales de haut en bas dans la base radiculaire aux niveaux I, II, III, IV, V *X*, xylème; *P*, phloème; *a*, alterne; *i*, intermédiaire; *s*, superposé; *g*, gauche: *d*, droit.

grand massif criblé (C gauche, B, et D droit). Le fait le plus nouveau et le plus significatif est la présence de trois trachéides isolées, en superposition avec ce phloème, à peine aminci en face d'elles, à mi-chemin entre D et C, et diamétralement opposés au pôle vasculaire A. Elles correspondent donc à l'emplacement du pôle B, qui, en tant que quatrième phase alterne ne différencie plus que ces trois trachéides profondes. Nous ne serions pas encore susceptible d'interpréter le phénomène si nous n'avions connaissance des travaux de C. NAEGELI (**24**), de A. TRONCHET (**27**), de M. FOURCROY (**19**), sur la réduction des convergents. Il est évident que nous assistons à l'extinction de convergents B par fusion des phloèmes et réduction du xylème ((1er cas de NAEGELI), que la polarité des phénomènes d'accélération évolutive confirme : extension plus considérable des ailes xylémiques droite pour D, gauche pour C, marqués à ce niveau III comme elle l'était déjà au niveau II. Puis, très rapidement, deux trachéides régressent, une seule subsiste alors, la plus profonde, mais sur un très court espace. L'extrême rapidité du développement de l'espèce rend cette réduction très brutale.

Plus bas, figure 4 (Pl. 2). La racine est incontestablement ternaire par les xylèmes; elle demeure dissymétrique, les ailes vasculaires les plus développées sont à la gauche de C et surtout à la droite de D. A cause de la proximité relative des pôles D et A, leurs ailes intermédiaires et superposées se différenciant l'une vers l'autre, paraissent aussi assez riches en vaisseaux; ce n'est qu'une apparence. Les massifs de phloème sont eux aussi au nombre de trois; mais combien inégaux. Le phloème gauche de C et le phloème droit de D, unis par celui de B en tant que tel, forment une seule plage bien étendue. La corrélation avec le développement plus considérable du xylème qui leur est superposé est évidente, puisque le xylème de B s'éteint en cœcum. Nous sommes donc autorisée à conclure qu'une accélération évolutive a touché les éléments cribro-vasculaires de gauche pour C, de droite pour D.

L'observation d'un niveau suffisamment inférieur, figure V (Pl.2), révèle que la section du cylindre central tend à devenir circulaire. Le nombre des éléments conducteurs diminue. A 5 mm environ au-dessous du talon, le xylème bien différencié se présente en trois faisceaux centripètes alternant avec trois massifs de phloèmes caractérisés par une condensation particulièrement nette de leurs tubes criblés aux deux extrémités. Les trois faisceaux ne sont pas disposés symétriquement. Les pôles de xylèmes ne déterminent pas entre eux des angles de 120°. Si C se trouve sur l'axe vertical du schéma, D dessine avec lui le plus grand angle; l'écart entre C et A est déjà légèrement supérieur à 120°, de telle sorte que le xylème C est pratiquement seul, les xylèmes A et D étant plus rapprochés, séparés par un angle inférieur à 90°. Rien ne serait à signaler pour les trois groupes de phloèmes si cette espèce — comme la plupart des espèces de Cucurbitacées — ne présentait abondamment de gros tubes criblés, typiques de la famille. L'étendue des plages criblées est tout de même légèrement fonction de l'écart compris entre les pôles vasculaires. C'est ainsi que les surfaces occupées par C Pg —



Pl. 3. — Disposition générale des faisceaux cribro-vasculaires dans la plantule de **Cucumis Melo L.**

et B — D Pd sont supérieures à celles de toutes les autres plages homologues. A ces quelques inégalités près, nous sommes en présence d'une racine apparemment triarche.

d) Conclusions.

Nous rencontrons donc chez le Melon le premier cas cité par Naegeli où un « faisceau vasculaire s'évanouit et les faisceaux voisins de cambiforme se réunissent ensemble ». Nous croyons seulement utile de répéter ici que ce phénomène est particulièrement fréquent dans cette espèce.

B. BASE ET NŒUD COTYLÉDONAIRES. HYPOCOTYLE

Nous reprenons, dans le but d'une étude ontogénique, la plantule B que présentait la figure B (Pl. 1). Les coupes, (Pl. 4), seront faites de haut en bas, à partir de la base cotylédonaire et les résultats seront vérifiés par l'observation « in situ » des vaisseaux, après montage dans le chlorallactophénol (Pl. 3).

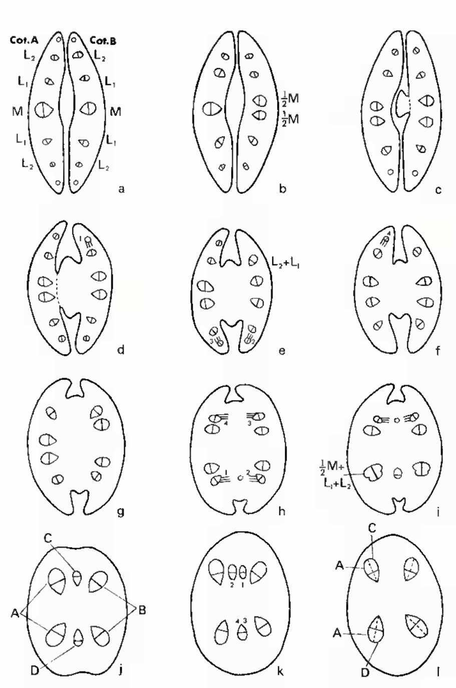
Au niveau de la coupe représentée par la figure *a* (Pl. 4), les deux cotylédons, semblables entre eux, possèdent chacun 7 faisceaux cribro-vasculaires correspondant à 7 nervures principales. Une nervure médiane, M, domine, et, de part et d'autre, 3 nervures régulièrement alignées ont une taille décroissante depuis l'axe du cotylédon vers les bords; on voit encore de minuscules faisceaux extrêmes, que l'on ne rencontre que localement si la coupe passe près de leur nœud, car ils sont au début de leur différenciation; seules L_1 et L_2, nervures latérales, proximales et distales, retiendront notre attention.

Un peu plus bas, figure *b*, la nervure médiane de A est indivise alors que celle de B s'est scindée en deux faisceaux : les deux cotylédons ne sont donc pas rigoureusement contemporains. Le sommet du collet anatomique se trouve au-dessus de ce niveau pour le cotylédon B.

Beaucoup plus bas, vers le nœud cotylédonaire, la coupe rencontre la gemmule au point d'attache du cotylédon B, figure *c*, alors que, dans A, le faisceau médian se présente, à son tour, sous la forme de deux ailes cribro-vasculaires. Le sommet du collet anatomique vient d'être franchi pour A. Immédiatement au-dessous, figure *d*, les deux cotylédons sont en contact avec la gemmule. En outre, des files cellulaires obliques, partant de la nervure L_2, s'orientent vers la nervure L_1. Cela marque les condensations de faisceaux qui se produisent toujours à de tels niveaux et qui, ici, commencent pour B, qui se soude le plus haut, avant de le faire en A.

Plus bas (fig. *e*), on est au nœud cotylédonaire; la fusion de L_1 et L_2 dans le cotylédon B réduit à quatre (les deux médians comptent pour un) le nombre des nervures. Presque simultanément L_2 de B puis L_2 de A, s'anastomosent avec le faisceau latéral proche.

Au-dessous (fig. *f*), 3 faisceaux à droite et 4 à gauche avec l'indication d'une anastomose entre L_2 et L_1 dans le cotylédon gauche. Déroulement banal de la convergence et de la condensation des faisceaux dans une base foliaire.



Pl. 4. — Plantule **B** : coupes transversales de haut en bas dans la base cotylédonaire et l'hypocotyle.

Remarquons, combien est lente la soudure des cotylédonaires; c'est très progressivement que s'élargit la partie commune aux deux premières unités morphologiques, mais les faisceaux restent très externes par rapport à l'ensemble, dans ce qui garde longuement la forme des limbes. Cette remarque est encore valable au niveau de la figure *g* où les regroupements de faisceaux sont toujours plus avancés en B qu'en A. Le fait marquant, ici, réside en l'écartement considérable subi par les deux moitiés de la nervure médiane de B, qui se trouvent alors, chacune, au voisinage d'une nervure latérale.

Au-dessous, la nervure médiane de A est fortement écartée en deux ailes à son tour (fig. *h*). *Mais aucune fusion ne se produit.* Quelques éléments, formant un petit faisceau, se détachent de L_1 et de L_2, symétriquement des deux côtés dans l'hypocotyle, et forment une amorce bien réduite des convergents intercotylédonaires. Nous avons indiqué, sur cette figure schématique, l'ordre du glissement des faisceaux.

Plus bas (fig. *i*), la structure est nettement dissymétrique du fait que la convergence des faisceaux cribro-vasculaires est beaucoup plus vite réalisée d'un côté (en bas sur nos schémas) que de l'autre. En effet, c'est vers le bas que s'individualise nettement le premier convergent intercotylédonaire que nous appellerons D, aux dépens d'une partie des nervures proximales et distales L_1 et L_2 de chacun des deux cotylédons. Mais ce qui reste, c'est-à-dire la majeure partie de ces deux faisceaux mixtes L_1 et L_2 qui ont, en fait, drainé tous les faisceaux des demi-limbes gauche pour B, droit pour A, vont fusionner avec leur $\frac{M}{2}$ respectif.

Toutes ces fusions se pressentent vers le haut de la figure mais ne sont pas effectives.

Pour la première fois, au niveau de la figure *j*, le contour de la coupe est presque régulier, à une très légère échancrure près dans le plan intercotylédonaire. Nous pouvons considérer que nous passons au sommet de l'hypocotyle.

Six faisceaux très inégaux caractérisent cet hypocotyle sur une longueur appréciable. Dans toute ses parties supérieures et moyenne dominent les deux faisceaux cotylédonaires A et B qui, correspondant chacun à la presque totalité des faisceaux de leur limbe respectif, se présentent sous leur forme très accélérée, celle qui convient à un collet anatomique particulièrement long, puisque nous l'avons vu commencer (partie supérieure) vers la base des limbes cotylédonaires et que l'étude précédente des racines nous a montré qu'il se terminait (partie inférieure) à plusieurs millimètres sous le talon, dans la *partie haute de la racine.* Les faisceaux C et D existent mais demeurent plus grêles que chacune des ailes ($\frac{M}{2} + L_1 + L_2$) leur maximum de développement se trouvant vers le sommet de l'hypocotyle.

Quand on atteint la partie inférieure de l'hypocotyle, ces faisceaux intercotylédonaires C et D se scindent (fig. *k*), sensiblement au même niveau pour les deux, et chacune de leur deux moitiés va se souder à

l'aile la plus proche des convergents médians. Ainsi l'hypocotyle semble avoir quatre faisceaux libéro-ligneux (fig. *l*). En fait, il est de structure binaire, il a uniquement ses deux convergents cotylédonaires, mais la plantule est soumise à une telle accélération évolutive que les ailes superposées des convergents existent seules, à l'exclusion de tous les éléments des phases primitives. L'hypocotyle tout entier appartient à la zone de transition. Les quatre massifs cribro-vasculaires, résultant de la coalescence de tous les « convergents » (au sens de G. Bouvrain, faisceau libéro-ligneux sous leur forme évoluée) médiane et intercotylédonaires, descendent jusqu'au niveau du talon et puis, au-dessous, pénètrent dans la racine où nous avons suivi précédemment :
1° le retour à une structure primitive dite « racine »,
2° le phénomène de la réduction du nombre des convergents.

2. ÉTUDE COMPARÉE DE TROIS RACINES D'AGES DIFFÉRENTS

Cette dernière partie comporte l'étude comparée des racines de plantules d'âges différents et permet donc de retrouver le développement dans l'espace que nous venons d'établir et de le suivre dans le temps.

Pour ces descriptions, nous adopterons un plan parallèle, dans le principe, à celui que Duchaigne **(15)** a utilisé pour la Courge. Étant donné que nous nous limiterons à la partie radiculaire de la plantule nous observerons les coupes, contrairement à ce que nous avons fait précédemment, de bas en haut dans le sens de la différenciation basipète des tissus conducteurs. Les trois plantules A, B, C correspondent aux stades suivants, représentés Pl. 1 :

A. Après deux jours de germination : hypocotyle 1,5 mm; radicule 5 mm.

B. Après quatre jours de germination : hypocotyle 0,4 cm; radicule 2 cm.

C. Après six jours de germination : hypocotyle 2,5 cm; racine 7 cm.

Comme nous l'avons fait pour l'échantillon B, nous pratiquerons des coupes à 5 niveaux déterminés par leur distance au collet morphologique, homologues sur les trois plantules (élongation, vieillissement).

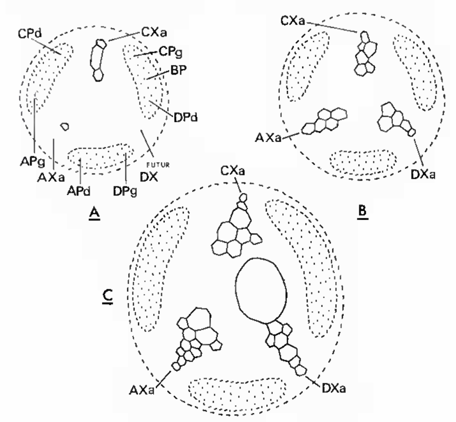
Dans la plantule A, la plus jeune, où le talon est à peine ébauché et la radicule courte et effilée, le niveau V se localise près de l'extrémité de la racine, à 3,5 mm du collet.

Dans les plantules B et C le niveau V se situe au début du renflement radical, développé au cours de la germination, et qui apparaît, ainsi que nous l'avons vu précédemment, comme une zone soumise à à des phénomènes rapides. Du fait de la croissance intercalaire les portions étudiées mesureront, de la base de la dilatation au talon, 5 mm pour B et 6 mm pour C.

A. NIVEAU V (Pl. 5) :

PLANTULE A. — La coupe présente deux centres de lignification :
— au pôle C, trois vaisseaux en file centripète dont le premier est séparé du péricycle par quelques cellules;
— au pôle A un seul vaisseau différencié qui paraît profond très éloigné du péricycle, et semble représenter un des derniers vaisseaux de la phase alterne. Au futur pôle D pas d'éléments lignifiés. Ce convergent est « en retard », par rapport aux autres. Le tissu criblé, lui, est en place, avec trois massifs de phloème très inégalement étendus et ne possédant encore que peu de tubes criblés bien différenciés. Nous n'observons donc pas une « structure racine », classique. Ce niveau est déjà soumis au phénomène de l'accélération basifuge.

PLANTULE B. — A ce stade plus âgé, la manifestation de la vascularisation au pôle D établit la triarchie. Triarchie toutefois dissymétrique par la position des pôles vasculaires qui ne réalisent pas entre eux des

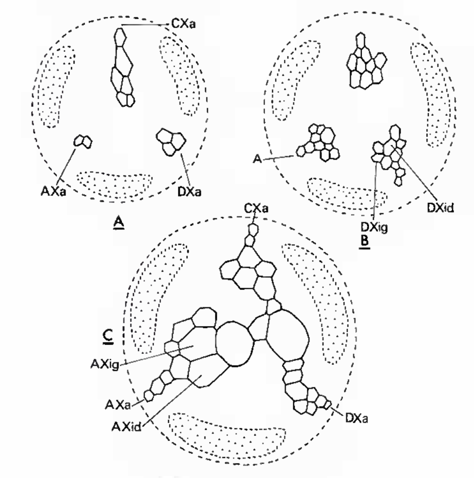


Pl. 5. — Plantules A, B, C : coupes transversales au niveau V.

angles de 120° et par l'inégalité des plages criblées, puisque l'une d'entre elles est, comme nous le savons, fondamentalement double. D et A ont rattrapé leur « retard » et les trois convergents, chacun possédant 5 ou 6 trachéides, se révèlent sensiblement équivalents.

Plantule C. — Trois faisceaux vasculaires sont différenciés; la phase centripète prédomine, suivie au pôle D, de quelques trachéides de la phase intermédiaire de calibre plus gros, et d'un énorme vaisseau profond, en alternance avec trois plages de phloème marquées à leurs extrémités par une condensation caractéristique de leurs tubes criblés.

B. NIVEAU IV (Pl. 6) :



Pl. 6. — Plantules **A, B, C** : coupes transversales au niveau IV.

Plantule A. — Seule est présente la disposition vasculaire alterne, mais celle-ci n'a pas le même développement dans les trois groupes :
— C : 6 vaisseaux disposés en file,
— D et A : nous n'observons pas encore les toutes premières trachéides de la phase alterne, celles-ci ayant une position apparemment profonde. Ces deux convergents sont touchés localement par une accélération réductionnelle et sont plus accélérés que C.

Plantule B. — La phase alterne est maintenant représentée dans sa totalité par les trois pôles vasculaires pourvus de leurs trachéides primitives. L'accélération évolutive n'atteint plus la phase alterne, mais les éléments intermédiaires, ainsi que le témoigne l'inégalité manifeste des branches gauche de C et droite de D.

Plantule C. — Au même niveau, plus tard, les phases alternes sont présentes et leur proximité plus ou moins grande du péricycle demeure ce qu'elle était. Seule C paraît avoir différencié les trachéides du pôle, les plus primitives. Puisque la racine est ternaire ce sont les deux autres convergents qui portent ici les conséquences de la réduction de leur nombre de 4 à 3. Les trachéides centripètes profondes ont une section énorme, leurs contours sont mal définis et elles se rejoignent au centre du cylindre central réalisant la convergence des xylèmes. Ce niveau IV est donc encore un niveau dépourvu de moelle.

C. NIVEAU III (Pl. 7) :

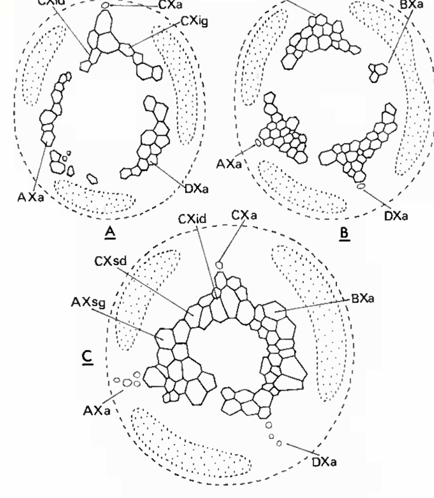
Plantule A. — Le premier vaisseau alterne de C, entre en résorption alors qu'aucune régression des vaisseaux alternes de A et D ne se manifeste. Cette absence de régression, jointe à la différenciation d'éléments intermédiaires de part et d'autre de ces vaisseaux alternes de A et de D, alors que nous pourrions nous attendre à la constitution d'une file centripète, semble confirmer la position « profonde », présumée au niveau IV, de ces vaisseaux alternes. Les plus primitifs manquent encore.

Plantule B. — Trois trachéides à l'emplacement du pôle B, isolées des autres groupes vasculaires, révèlent la présence du quatrième convergent, qui s'éteint et dont on ne pouvait pas au même niveau, mais précocement prévoir l'existence.

Plantule C. — Le trop grand nombre d'éléments lignifiés qui occupent une position intermédiaire, puis superposée (une cinquantaine d'éléments conducteurs), et qui forment un anneau continu sauf entre A et D ne permettent plus d'identifier un quatrième convergent isolé. Il n'est repérable par ses trachéides alternes profondes que par la connais-

sance que nous avons de l'échantillon B d'une part, des règles de la réduction du nombre des convergents d'autre part. La moelle est circonscrite.

Pour les convergents A, C et D, les résorptions atteignent les trachéides externes; seules les dernières subsistent. Il ne reste des premiers qu'une lacune informe, phénomène analogue à celui observé par Duchaigne sur des plantules de Courge. A la suite des vaisseaux superposés primaires, la zone génératrice fonctionnelle engendre de gros vaisseaux secondaires.



Pl. 7. — Plantules **A**, **B**, **C** : coupes transversales au niveau III.

D. NIVEAU II (Pl. 8) :

Plantule A. — Nous distinguons trois groupes de vaisseaux. La résorption dépassée ou en cours de réalisation des trachéides alternes, ainsi que les fusions diverses dues au phénomène de la réduction du nombre des convergents ont amené des remaniements dans la topographie des vaisseaux.

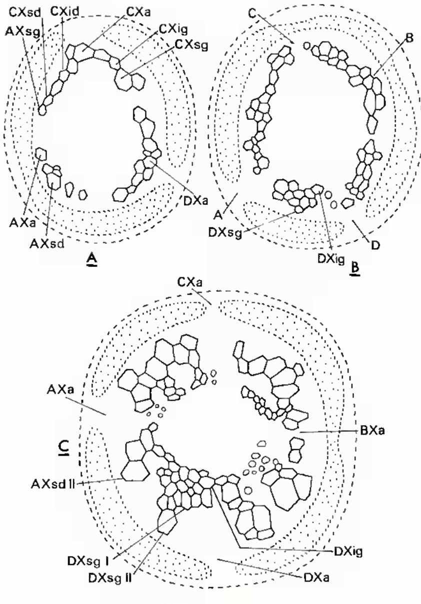
Un premier groupe C, est formé par un dernier vaisseau alterne C Xa en voie de résorption et par les branches intermédiaires et superposées, inégales. Il semble que sur la droite des éléments superposées A Xsg du convergent voisin A se voient associés à C Xsd.

De ce fait A se trouve démuni de son aile gauche et le convergent est isolé formant un groupe vasculaire pauvre, constitué d'une seule trachéide alterne A Xa et d'une aile droite.

La troisième bande de vaisseaux est plus complète, formée de vaisseaux alternes profonds en voie de disparition ou fonctionnels, suivis des éléments intermédiaires. Ceci, si nous décrivons topographiquement le xylème seul; mais, si nous observons le phloème, les termes alternes, intermédiaires et superposés cessent d'être significatifs. En effet, là aussi des fusions et des glissements s'opèrent, en subordination à la fois au changement de l'état structural (tendance à la formation de faisceaux de tige) et, ce qui est beaucoup plus difficile à suivre, aux condensations de phloème dues au phénomène qui nous fait passer de trois convergents à quatre (réduction du nombre des convergents étudiée dans le chapitre précédent, et rencontrée ici en sens inverse des fusions). Notons comme une observation très positive que dans l'axe de symétrie du faisceau C, celui qui participe le moins au phénomène de la réduction, la soudure des phloèmes n'existe pas (aspect normal).

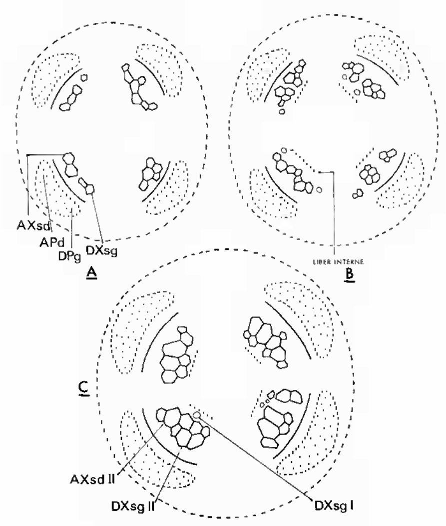
Plantule B. — Les vaisseaux, dont le nombre a nettement augmenté, tendent à s'organiser en couronne autour de la moelle. Les premières trachéides alternes sont touchées par des résorptions. Le quatrième pôle se révèle identifiable, non directement par ses vaisseaux puisqu'ils ne se distinguent pas de ceux de C et de D mais, par sa position en correspondance avec l'amincissement du phloème, ce qui laisse pressentir déjà la structure tétrarche de la racine à un niveau supérieur proche.

Plantule C. — La structure est beaucoup plus développée. La fusion des phloèmes aboutit à une couronne comparable à la précédente, bien qu'elle soit ici interrompue en deux points : dans l'axe de C et dans l'axe de A. Les raisons de cette fusion sont évidemment les mêmes. Les xylèmes sont pratiquement représentés par des phases superposées primaires et surtout secondaires, les résorptions ayant touché les vaisseaux intermédiaires et les phases alternes étant sautées. Le vieillissement de ce niveau (marqué de la plantule A vers la plantule C actuelle, en passant par la plantule B) nous le fait apparaître comme capital. En effet, la position des derniers vaisseaux superposés secondaires de



Pl. 8. — Plantules **A**, **B**, **C** : coupes transversales au niveau **II**.

gros calibre conduit à diviser la coupe en quatre secteurs qui sont pratiquement délimités ici par les plans cotylédonaire (horizontal) et intercotylédonaire (vertical) dans lesquels justement se sont scindés, ou sont au moins amincis, les faisceaux criblés continus. Nous pressentons que le niveau supérieur pourra présenter une « structure tige » bien que situé dans la racine, sous le collet, à cinq millimètres et que cette racine aura la structure tétrarche faite de quatre faisceaux cribro-vasculaires comme celui qui se présente déjà ici entre A et C.



Pl. 9. — Plantules **A, B, C** : coupes transversales au niveau I.

L'absence simultanée des phases alternes de C (sauf peut-être deux vaisseaux minuscules) et de A, a déjà provoqué l'isolement d'un massif libéro-ligneux; il en est de même entre D et A bien que l'arrêt du phloème à l'emplacement de ce qui aurait été la phase alterne D soit moins net. Le troisième bloc, dominant en surface est encore unique par le phloème malgré un amincissement médian ainsi que par les éléments les plus jeunes et les vaisseaux de la phase intermédiaire. Mais une travée parenchymateuse de plus en plus large, quand nous allons de la couronne de vaisseaux tangentiels vers le phloème, sépare sans contredit deux faisceaux vasculaires dont la différenciation se réalisait au moment de la récolte.

E. NIVEAU I (Pl. 9)

Plantule A. — Quatre massifs libéro-ligneux jeunes, mais typiques, bien que nous soyons dans la racine. Tous les vaisseaux sont superposés; ils ont une disposition linéaire et sont peu nombreux.

Plantule B. — Régression de la phase intermédiaire et présence de la phase superposée essentiellement. La formation du liber interne s'amorce sous chaque massif composé de deux ailes à peu près semblables.

Plantule C. — Le nombre des vaisseaux a sensiblement baissé par rapport à ce qu'il était au niveau inférieur, au même âge, du fait de l'accélération réductionnelle. Nous en comptons environ 35, à répartir entre quatre groupes vasculaires totalement isolés. Du phloème interne se différencie nettement sous chaque massif libéro-ligneux. *C'est toujours une structure tige*, dans une racine tétrarche, en apparence du moins.

3. CONCLUSIONS

1. Nous avons suivi, dans la plantule de Melon, qui le présente une fois sur deux, le phénomène de réduction des convergents :

a) il se fait suivant la première loi de Naegeli;

b) il a bien lieu : dans la racine, vers sa partie supérieure, mais il se réalise simultanément avec la réapparition des phases primitives, à la base du collet anatomique, ce qui le rend complexe;

c) néanmoins nous avons pu noter les phénomènes d'accélération réductionnelle qui l'accompagnent et se manifestent, sous le niveau de la fusion, en sens inverse de l'accélération basifuge normale;

d) il se réalise brutalement, c'est-à-dire sur une très courte longueur.

2. L'étude que nous avons entreprise dans la plantule de Melon après la germination de la graine, nous permet d'homologuer très étroitement son comportement, à celui de la plantule de Courge.

Les différences structurales ne portent que sur des points de détails, par exemple :

— l'absence des très petits faisceaux surnuméraires de la Courge;
— le volume très réduit des faisceaux intercotylédonaires qui se constituent dans les parties supérieures et moyennes de l'hypocotyle.

Mise à part l'apparition de triarchie que nous avons notée, on peut discuter au sujet du Melon, comme au sujet de la Courge, sur les raisons qui leur feraient attribuer un type tétrarche plutôt que diarche.

3. L'étude anatomique comparée de trois plantules, menée dans le temps, grâce à la présentation a montré que le « vieillissement » n'apportait aucune aide à l'observateur : les Cucurbitacées en cause ont un développement si rapide que ce que pourrait apporter l'élongation en séparant les niveaux est perdu par le très grand nombre des différenciations.

Pour le Melon comme pour la Courge la « structure tige » est donc acquise dès la racine, à 1 cm environ au-dessous du talon, et l'axe hypocotyle tout entier appartient à la zone de transition.

Bibliographie

1. Baillon H. — Histoire des Plantes **8** : 375 (1886).
2. Berthelot J. — Anatomie et ontogénie de quelques plantules d'*Impatiens scabrida* D.C., Bull. Soc. Bot. Fr. **108** : 217-237 (1961).
3. Bonnier G. — Cours de botanique, Paris (1905).
4. Boureau E. — Anatomie végétale, P.U.F. (1954).
5. Bouvrain G. — Recherches ontogéniques sur les Angiospermes Dicotylédones, Th. Doct. Fac. Sc. Paris (1941).
6. — Sur un mode de réduction massive du nombre des convergents dans la tige de *Bryonia dioica*, Bull. Soc. Bot. Fr. **90** : 172-177 (1943).
7. — Nouveau mode de réduction massive du nombre des convergents, Bull. Soc Bot. Fr. **91** : 80-85 (1944).
8. Chauveaud G. — Sur le développement des tubes criblés chez les Angiospermes, C. R. Acad. Sc. Paris **125** : 165 (1895).
9. — Sur l'évolution des tubes criblés primaires, C. R. Acad. Sc. Paris **125** : 546 (1897).
10. — Passage de la disposition alterne à la position superposée de l'appareil conducteur, avec destruction des vaisseaux centripètes primitifs, dans le cotylédon de l'Oignon *(Allium cepa)*, Bull. Mus. Hist. Nat. **8** : 52-59 (1902).
11. — Passage de la disposition primitive à la disposition secondaire dans les cotylédons du Pin maritime *(Pinus maritima)*, Bull. Mus. Hist. Nat. **8** : 549-559 (1902).
12. — Sur la persistance de la structure alterne dans les cotylédons du Lamier blanc et de plusieurs autres Labiées, C.R. Acad. Sc. Paris **138** : 770 (1904).
13. — L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution, Ann. Sc. Nat. Bot., sér. 9, **13** : 103-436 (1911).
14. — La constitution des plantes vasculaires révélée par leur ontogénie, Paris Payot (1921).

15. Duchaigne A. — Le passage de la racine à la tige chez les Dicotylédones devant une nouvelle étude de leur ontogénie, Th. Doct. Poitiers (1951).
16. Duchaigne A. et Chaisemartin C. — Le liber inclus ou phloème interxylómien chez les *Cucumis* L. (Cucurbitacées), Bull. Soc. Bot. Fr. **106** : 119 (1959).
17. Esau K. — Plant Anatomy, J. Wieley, New York (1958).
18. Fourcroy M. — Influence de divers traumatismes sur la structure des organes végétaux à évolution vasculaire complète, Th. Doct. Fac. Sc. Paris (1937)
19. — Sur le mode de réduction des convergents, C.R. Acad. Sc. Paris **206** : 689 (1938).
20. — Complément à l'étude du phénomène de la réduction des convergents chez *Pinus pinea*, Rev. Gén. Bot. **51** : 257-279 (1939).
21. — Travaux pratiques de Biologie végétale, Hermant (1959).
22. Gérard R. — Recherches sur le passage de la racine à la tige. Th. Doct. Fac. Sc. Paris et Ann. Sc. Nat. Paris, sér. 6, **11** : 279-430 (1881).
23. Gravis A., Monoyer A., Fritsche E. — Observations anatomiques sur les embryons et les plantules, Lejeunia Rev. Bot. Liège **3** : 180 (1943).
24. Naegeli C. — Das Wachstum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässtrange in Stengel, Beits. z. Wissenschaft. Bot. Leipzig **1** : 1-158 (1858).
25. Pellissier F. — Étude de l'ontogénie du système ligneux des diverses phylles et de leur agencement dans la tige de *Cucurbita pepo* L., Th. Doct. Fac. Sc. Paris (1939).
26. Rivière S. — Étude anatomique de quelques plantules à évolution vasculaire très accélérées, D.E.S. Paris et Rev. Gén. Bot. : 746 (1940).
27. Tronchet A. — Sur la réduction du nombre des convergents chez les Phanérogames; ses rapports avec la polycotylie et le développement vasculaire, Rev. Gen. Bot. **40** : 1-22 (1928).
28. — Recherches sur les types d'organisation les plus repandus de la plantule des Dicotylédones. Leurs principales modifications, leurs rapports, Th. Doct. Lyon et Arch. de Bot. **4**, mém. 1 (1930).
29. Van Tieghem P. — Sur quelques points de l'anatomie des Cucurbitacées, Bull. Soc. Bot. Fr. **29** (1862).
30. Van Tieghem P. — Traité de Botanique, Paris, Savy : 782 (1891).

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 29 NOVEMBRE 1967
SUR LES PRESSES DE L'IMPRIMERIE
FIRMIN - DIDOT — PARIS - MESNIL - IVRY
Dépôt légal : 4e trimestre 1967. - 6398